



การออกแบบชั้นโครงสร้างชั้นทางผิวทางยึดหยุ่นด้วยชั้นพื้นทางซีทีบี
(Cement Treated Base: CTB)

โดย

จุฑา สุนิตย์สกุล
ชัยรัตน์ ศุภชวโรจน์
ศตพร กัณฐเจตน์

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
วิศวกรโยธาชำนาญการ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ
วิศวกรโยธาปฏิบัติการ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

บทความนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น กรมทางหลวงไม่มีส่วนเกี่ยวข้องแต่อย่างใด

การออกแบบชั้นโครงสร้างชั้นทางผิวทางยึดหยุ่นด้วยชั้นพื้นทางซีทีบี (Cement Treated Base: CTB)

นายจุฑา สุนิตย์สกุล

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

นายชัยรัตน์ ศุภชวโรจน์

วิศวกรโยธาชำนาญการ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

นางสาวศศพร กัญญาเจตน์

วิศวกรโยธาปฏิบัติการ สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

บทคัดย่อ

กรมทางหลวงได้ดำเนินการก่อสร้างถนนผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตบนพื้นทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มากกว่า 50 ปี โดยกรมทางหลวงเริ่มต้นก่อสร้างแปลงทดลองดินซีเมนต์ที่สายวารินชำราบ - เดชอุดม ในปัจจุบันกรมทางหลวง ได้จัดทำมาตรฐานทางหลวงวัสดุงานทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์หลายชนิดเช่น รองพื้นทางดินซีเมนต์ พื้นทางดินซีเมนต์ พื้นทางหินคลุกซีเมนต์ และวัสดุหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากการหัดตัวและแตกร้าวในพื้นที่ทางดังกล่าว วัสดุทั้งหมดมีกำลังต้านแรงอัดน้อยกว่า 24.5 ksc

ในปัจจุบัน ปริมาณรถบรรทุกมีการเพิ่มขึ้นและงบประมาณที่ได้รับในการก่อสร้างและบำรุงรักษามีอย่างจำกัด สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ จึงได้ดำเนินการพิจารณาแนวทางการเพิ่มความแข็งแรงของชั้นโครงสร้างทางและงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างไม่เพิ่มสูงขึ้นมาก ด้วยการใช้ พื้นทางซีทีบี

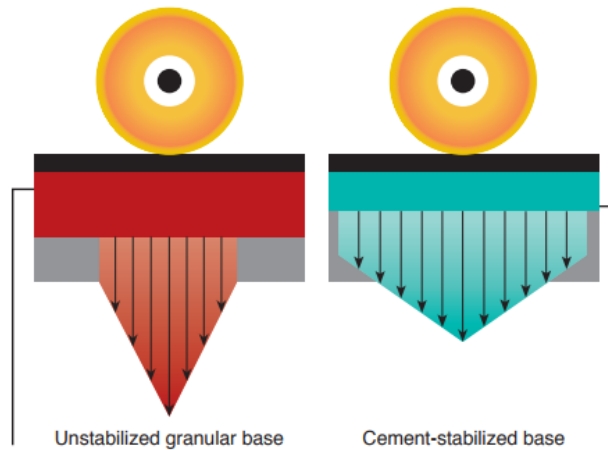
สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ได้จัดทำข้อกำหนดพิเศษและได้ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทาง ที่ใช้พื้นทางซีทีบี (Cement Treated Base: CTB) โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองซาก

บทนำ

กรมทางหลวงได้นำวิธีการปรับปรุงคุณภาพทางวิศวกรรมวัสดุมาวมรวม โดยการผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Cement Stabilization) เพื่อใช้เป็นวัสดุชั้นพื้นทาง (Base) และวัสดุชั้นรองพื้นทาง (Subbase) โดยเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2508 กรมทางหลวงและบริษัทปูนซีเมนต์ไทย ร่วมก่อสร้างถนนบนชั้นพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Base) สายวารินชำราบ - เดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี เป็นครั้งแรก รวมเป็นระยะทาง 15 กิโลเมตร โดยใช้ดินลูกรังที่สามารถพบได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภายหลังจาก

ก่อสร้างถนนทดลองสายนี้แล้ว ในปี พ.ศ. ระหว่าง 2510 ถึงปี พ.ศ. 2514 ดินซีเมนต์ได้รับการนำมาก่อสร้างชั้นพื้นทางในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือหลายสายทาง เป็นระยะทางรวมประมาณ 1400 กิโลเมตร [1] โดยมี ศ.เกียรติคุณ ดร.ธีระชาติ รื่นไกรฤกษ์ เป็นนักวิจัยหลักในการศึกษาพฤติกรรมของดินซีเมนต์รวมทั้งการออกแบบโครงสร้างถนนด้วยดินซีเมนต์ในช่วงเวลาดังกล่าว ในระหว่างที่ท่านได้รับราชการใน กรมทางหลวง ในปัจจุบันการปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมวัสดุงานทางด้วยปูนซีเมนต์ ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายจากเหนือสุดถึงใต้สุดของประเทศ

ในปัจจุบันถนนภายใต้การกำกับของกรมทางหลวง มีสภาพการจราจรรถบรรทุกเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่งบประมาณต่อพื้นที่ถนนสำหรับการก่อสร้าง บำรุง และบำรุงรักษา นั้นมีอย่างจำกัด สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ จึงได้ดำเนินการพิจารณาแนวทางการเพิ่มความแข็งแรงของชั้นโครงสร้างทางและงบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้างไม่เพิ่มสูงขึ้นมาก ด้วยการใช้น้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีคุณสมบัติการรับแรงอัดและค่าโมดูลัสการคืนตัวที่สูงกว่าวัสดุพื้นทางดินซีเมนต์และหินคลุกซีเมนต์ ซึ่งพื้นทาง ซีทีบี จะมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งสามารถกระจายน้ำหนักไปสู่ชั้นโครงสร้างทางด้านล่างได้ดี (ภาพที่ 1) ทำให้ถนนสามารถรองรับการจราจรรถบรรทุกได้เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1 รูปแสดงการกระจายน้ำหนักระหว่างพื้นทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์และวัสดุมวลรวม [13]

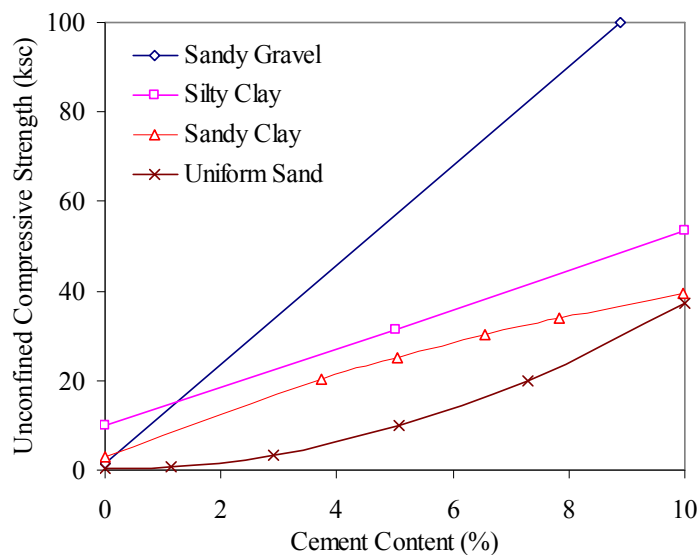
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติกำลังรับแรงอัดของวัสดุงานทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

จากการศึกษาวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยของวัสดุงานทางก่อนที่จะทำการปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางวิศวกรรมด้านกำลังต้านแรงอัดของวัสดุงานทางดินซีเมนต์ มีดังต่อไปนี้ ค่าขีดจำกัดทางความชื้นเหลว ปริมาณมวลละเอียด ปริมาณมวลหยาบ ความแข็งแรงของวัสดุมวลรวม ขนาดคละ California Bearing Ratio (CBR) เป็นต้น ดังที่ได้แสดงไว้ใน [2] รวมทั้ง [3] และ [4]

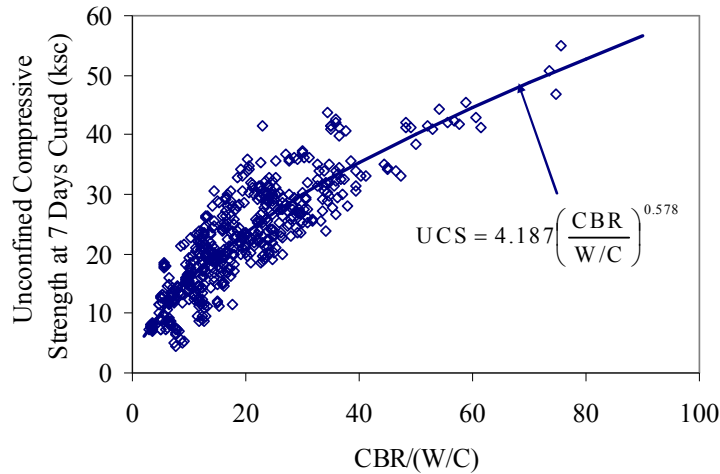
ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความน้ำและปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการผสมและกำลังรับแรงอัด โดยค่ากำลังต้านแรงอัดของวัสดุงานทางดินซีเมนต์ลดลงเมื่อสัดส่วนปริมาณน้ำและปูนซีเมนต์ (W/C) มีค่าเพิ่มขึ้น

อีกทั้ง [5] ได้ทำการสรุปถึงขบวนการ Soil Stabilization และสรุปถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติกำลังรับแรงอัดของวัสดุงานทางดินซีเมนต์ดังนี้ (1) ปริมาณปูนซีเมนต์และน้ำที่ใช้ในการผสม (2) อายุของวัสดุงานทางดินซีเมนต์ การผสมและการบดทับ และ (4) ประเภทและลักษณะของดินดังแสดงในภาพที่ 2 และอิทธิพลของการแช่ก้อนตัวอย่างในน้ำก่อนการทดสอบนั้น สัดส่วนค่ากำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างที่แช่น้ำและไม่แช่น้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าสัดส่วนของปูนซีเมนต์ที่ใช้มีค่าเพิ่มขึ้น

ทั้งนี้ [6] ได้เสนอแนวทางการทำนายค่ากำลังรับแรงอัดของวัสดุงานทางดินซีเมนต์ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยในการใช้แบบจำลองที่นำเสนอ นั้น ในการเตรียมก้อนตัวอย่างวัสดุงานทางผสมซีเมนต์ จะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของกรมทางหลวง และก้อนตัวอย่างจะต้อง (1) ค่าความหนาแน่นแห้งต้องไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) (2) ก่อนการทดสอบ Unconfined Compression Test (CBR) จะต้องทำการแช่ก้อนตัวอย่างในน้ำเป็นอย่างน้อย 2 ชั่วโมง และ (3) จะต้องทำการเตรียมก้อนตัวอย่างที่ปริมาณความชื้นที่ก่อให้เกิดความหนาแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบแบบสูงกว่ามาตรฐาน ในแบบจำลองทำนายกำลังรับแรงอัดของวัสดุมวลรวมดินซีเมนต์ที่นำเสนอโดย [8] ค่า CBR ที่ใช้ในจะต้องเป็นค่า CBR ที่ความหนาแน่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดสอบแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction) และที่ค่าการยุบตัว 0.1 นิ้ว อีกทั้ง [8] ได้พบว่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำและปูนซีเมนต์ที่ต่ำเกินไปจะทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ เช่นเดียวกับในกรณีของปูนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีต



ภาพที่ 2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติกำลังรับแรงอัดของวัสดุงานทางดินซีเมนต์ [5]



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังต้านแรงอัดและค่า CBR/(W/C) [6]

การลดผลกระทบรอยแตกสะท้อน

ปัญหา รอยแตกสะท้อนที่เกิดขึ้นในชั้นพื้นทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์นั้น เกิดขึ้นในชั้นทางที่มีการปูนซีเมนต์สูง วัสดุมวลรวมที่ใช้มีปริมาณฝุ่นสูง และมีค่าขีดจำกัดความชื้นเหลวรวมทั้งความชื้นสูง และ ภาพที่ 4 แสดงรอยแตกสะท้อนบนชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตก่อสร้างบนชั้นพื้นทางซีทีบี กรมทางหลวงได้ดำเนินแก้ไขปัญหาการแตกสะท้อน โดยกำหนดให้วัสดุมวลรวมที่ใช้ในการก่อสร้างฯ จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดไว้ และกำหนดค่ากำลังรับแรงอัดไม่เกิน 17.5 ksc และ 24.5 ksc สำหรับพื้นทางดินซีเมนต์ และพื้นทางหินคลุกซีเมนต์ รวมทั้งแนะนำให้ทำการเปิดการจราจรให้รถบรรทุกของโครงการก่อสร้างฯ วิ่งผ่านเพื่อให้เกิดรอยแตกขนาดเล็ก และให้ปูผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตให้ช้า ถ้าสามารถดำเนินการได้ให้ทำการก่อสร้างชั้นผิวทาง Single Surface Treatment ก่อนและให้ปูผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตในภายหลัง ในกรณีที่เปิดการจราจรชั่วคราวนั้น ให้ทำการ Prime Coat ชั้นพื้นทาง [2] และ [3] ซึ่งการทำให้เกิดรอยแตกขนาดเล็กในชั้นพื้นทางซีทีบี ทำให้ความกว้างรอยแตกมีขนาดเล็กตามที่แสดงในภาพที่ 5 แนวโน้มที่จะเกิดรอยแตกสะท้อนลดลง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ที่วัสดุงานทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และสภาพแวดล้อมเหมือนกัน ความกว้างรอยแตกชั้นพื้นทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ แปรผันตามกับระยะห่างระหว่างรอยแตกตามที่แสดงในภาพที่ 5 แต่เนื่องจากในปัจจุบัน สภาพปริมาณการจราจรเพิ่มสูงขึ้น การเปิดการจราจรบนชั้นพื้นทางวัสดุปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ โดยไม่มีผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตอาจจะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชั้นพื้นทางฯ ได้ถ้าเปิดการจราจรเป็นระยะเวลานาน ดังนั้นการพิจารณาเปิดการจราจรบนชั้นพื้นทางฯ ควรต้องติดตามและประเมินสภาพพื้นทางฯ ตลอดเวลา ถ้าวัสดุชั้นพื้นทางฯ มีรอยแตกขนาดเล็กเกิดขึ้นเพียงพอ โครงการฯ ควรพิจารณาหยุดการจราจรและทำการก่อสร้างชั้นพื้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต (ถ้ามี) รองผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต (ถ้ามี) และผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป และปริมาณการหดตัวของ

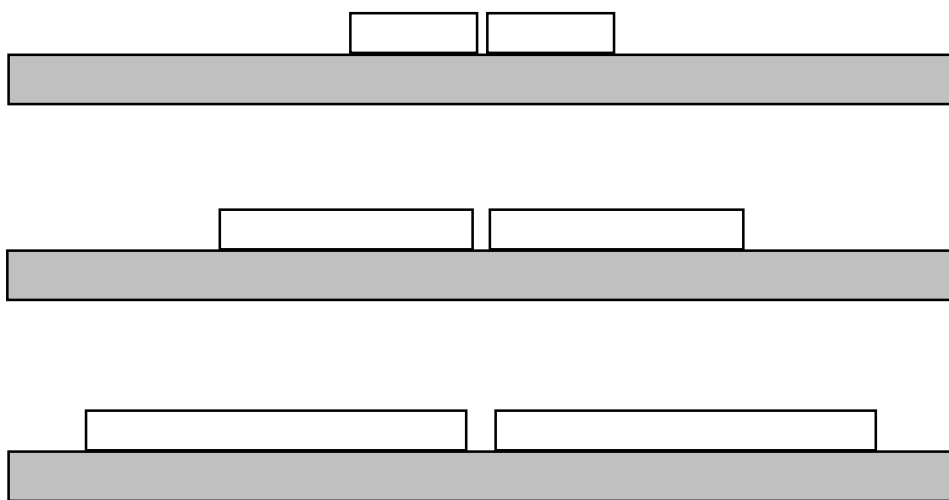
ชั้นพื้นทางวัสดุงานทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์นั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ใช้ในการผสมจึงกำหนดให้สามารถใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ไม่มากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์

ส่วนกรณีเทคนิคและฐานราก สำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง ได้ริเริ่มการประยุกต์ใช้รอยแตกขนาดเล็ก (Microcrack) บนชั้นพื้นทางดินซีเมนต์เพื่อลดรอยแตกบนชั้นผิวทาง Asphaltic Concrete ที่ก่อสร้างบนชั้นพื้นดินซีเมนต์ ด้วยรถบดล้อเหล็กสันสะเทือน จนกระทั่งพบว่าค่า Elastic Modulus ของชั้นพื้นทางลดลงประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบค่าโมดูลัสของชั้นพื้นทางนั้นดำเนินการด้วยอุปกรณ์ Falling Weight Deflectometer ภายหลังจากการบดทับเพื่อทำให้เกิดรอยแตกขนาดเล็กบนชั้นพื้นทางดินซีเมนต์ พบว่าค่า Elastic Modulus มีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 6 ทั้งนี้การประยุกต์ใช้รอยแตกขนาดเล็กนั้น ได้รายงานไว้ใน [7] และ [8] อีกทั้ง [8] ได้ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างดินซีเมนต์ โดยทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดแกนเดียวให้พ้นจุดที่มีกำลังรับแรงอัดสูงสุดที่อายุก้อนตัวอย่างที่อายุ 7 วัน และทำการบ่มก้อนตัวอย่างดินซีเมนต์ต่อไป 14 วัน จากนั้นทำการสอบกำลังรับแรงอัดแกนเดียว เพื่อทำการศึกษา Autogenously Heal [8] พบว่าที่อายุก้อนตัวอย่าง 21 วัน กำลังรับแรงอัดแกนเดียวของก้อนตัวอย่างดินซีเมนต์ที่ผ่านการทดสอบกำลังรับแรงอัดแกนเดียวให้พ้นจุดที่มีกำลังรับแรงอัดสูงสุดมีค่าประมาณ 80 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ของของค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวของก้อนตัวอย่างดินซีเมนต์ที่มีได้ผ่านการทดสอบฯ

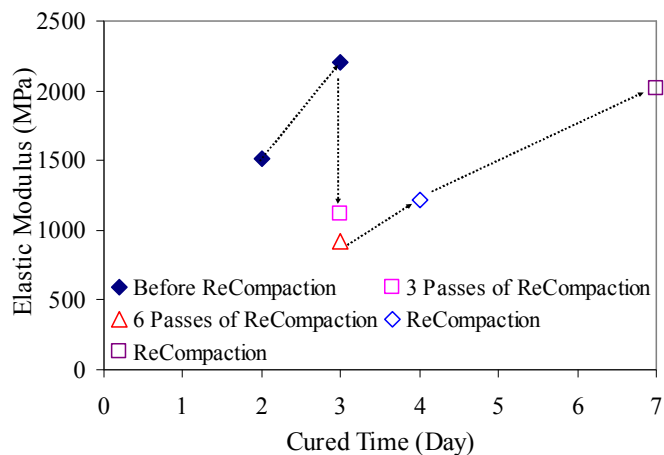
จากข้อมูลทั้งหมด ในข้อกำหนดพิเศษฯ จึงกำหนดให้ “...ภายหลังที่ แอสฟัลต์ Prime Coat แห่งให้ทำการเปิดการจราจรให้รถของผู้รับจ้างที่ใช้ในการก่อสร้างใช้สัญจร เป็นระยะเวลาพอสมควร หลังจากเปิดการจราจร หากพบรอยแตกให้เปิดการจราจรทิ้งไว้จนรอยแตกไม่เกิดขึ้นเพิ่มเติม แล้วทำการลาดแอสฟัลต์อีกรอบหนึ่ง แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ก่อนทำการปูผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต...” อีกทั้งในข้อกำหนดพิเศษฯ ได้กำหนดให้ “...ให้ทำการเจาะเก็บตัวอย่างอย่างน้อยทุก 2,000 ตารางเมตร เพื่อทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของวัสดุได้แสดงในภาคผนวก...” ข้อกำหนดพิเศษพื้นทางซีทีบี (Cement Treated Base) โครงการก่อสร้างทางหลวง หมายเลข 344ฯ ได้แสดงในภาคผนวก



ภาพที่ 4 รูปแสดงรอยแตกสะท้อนบนชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตก่อสร้างบนชั้นพื้นทางซีทีบี ในประเทศสหรัฐอเมริกา [9]



ภาพที่ 5 รูปแสดงความกว้างของรอยแตกที่ความยาวของชั้นพื้นทางปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของ Elastic Modulus ของชั้นพื้นทางดินซีเมนต์ [7]

การออกแบบโครงสร้างชั้นทาง

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองชากนั้นเป็น โครงการพัฒนาทางหลวงเพื่อสนับสนุนเขตเศรษฐกิจพิเศษ กิจกรรมก่อสร้างทางหลวงรองรับเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ทางหลวงหมายเลข 344 บริเวณกม.24+470 ถึง 25+000 เป็นทางหลวง 4 ช่องจราจร เกาะร่องน้ำ (Depressed Median) มีปริมาณการจราจร (สำรวจในปี 2559 โดยสำนักอำนวยความปลอดภัย) ณ.จุดตรวจวัดปริมาณการจราจร กม. 16+470 AADT = 32,052 คัน และมีปริมาณรถบรรทุก = 23.80 เปอร์เซ็นต์ โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองชาก นั้นเป็นโครงการบูรณะและขยายช่องจราจรจาก 4 ช่องจราจรเป็น 6 ช่องจราจรและ ในกม.24+470 ถึง 25+000 จะทำการปรับจาก 6 ช่องจราจรในบริเวณขยายช่องจราจร เป็น 4 จราจรในพื้นที่ไม่ได้รับการขยายช่องจราจร

ในบริเวณที่ขยายช่องจราจรจาก 4 ช่องเป็น 6 ช่องจราจรนั้น สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบได้ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางเป็นผิวทางคอนกรีตเสริมเหล็กต่อเนื่อง (Continuously Reinforced Concrete Pavement: CRCP) ซึ่งจะทำให้ระดับของถนนจะสูงขึ้น ในปัจจุบันบริเวณ กม.24+470 ถึง 25+000 ผิวทางถนนเป็นผิวทางแอสฟัลต์ก่อสร้างบนชั้นพื้นทางวัสดุหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Pavement Recycling) มีสภาพเสื่อมสภาพตามการใช้งานตามภาพที่ 7 ในการพิจารณาออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางจึงออกแบบแนะนำให้ทำการชุบไสชั้นผิวทางแอสฟัลต์และชั้นพื้นทาง และให้ทำการชุบหรือและบดทับชั้นรองพื้นทางเดิม ความลึก 10 เซนติเมตร และก่อนทำการก่อสร้าง หากพบคันทางเดิมเสียหายหรือมีจุดอ่อนตัวให้ดำเนินการชุบหรือซ่อมเป็นจุดๆ โดยชุบวัสดุที่อ่อนตัวออกให้หมดแล้วแทนที่วัสดุแต่ละชั้น บดทับแน่นตามแบบโครงสร้างทางเดิม

ในบริเวณ กม.24+470 ถึง 25+000 สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ได้ออกแบบแนะนำ เป็นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อใช้ในการปรับจำนวนช่องจราจรจาก 6 ช่องจราจรเป็น 4 ช่องจราจร และ จะต้องมีการก่อสร้าง Reinforced Concrete Lug Anchors (Terminal Joint) ณ.จุดสิ้นสุด CRCP โดยมี ตารางที่ 1 แสดงรายการคำนวณการออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต และภาพที่ 8 แสดงรูปตัดแนะนำโครงสร้างชั้นทางโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344ฯ และให้ทำการก่อสร้างชั้น พื้นทางซีทีบีพื้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเกรด 60/70 ความหนา 10 เซนติเมตร และผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต เกรด 40/50 ความหนา 6 เซนติเมตร ตามภาพที่ 8

ในการพิจารณาเลือกใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 40/50 นั้นพิจารณาตามหลักการของ SUPERPAVE (ปริมาณการจราจรมากกว่า 30,000,000 ESALS และอุณหภูมิผิวทางแอสฟัลต์ที่ความลึก 20 มิลลิเมตร นั้นมากกว่า 58 องศาเซลเซียส และน้อยกว่า 64 องศาเซลเซียส (ตามการศึกษาของสำนักวิจัยและพัฒนาทาง [10])) และแอสฟัลต์ซีเมนต์เกรด 40/50 มีคุณสมบัติเทียบเท่าแอสฟัลต์ซีเมนต์ PG70 ตาม ข้อกำหนดวัสดุ ทล.-ก. 401/2559 [11] กำหนดค่าความรับแรงเฉือน $G^*/\sin(\delta)$ ทดสอบที่อุณหภูมิ 70 องศา เซลเซียสและ 10 radian/second สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ไม่ผ่านการเสื่อมสภาพด้วย Rolling Thin Film Oven ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1.0 KPa.) ซึ่งสอดคล้องกับ AASHTO M 320 [12]



ภาพที่ 7.1 รูปภาพแสดงสภาพทางหลวงหมายเลข 344
กม. 23+500 - 24+200 ด้านซ้ายทาง

ภาพที่ 7.2 รูปภาพแสดงสภาพทางหลวงหมายเลข 344
กม. 23+000 - 24+200 ด้านขวาทาง



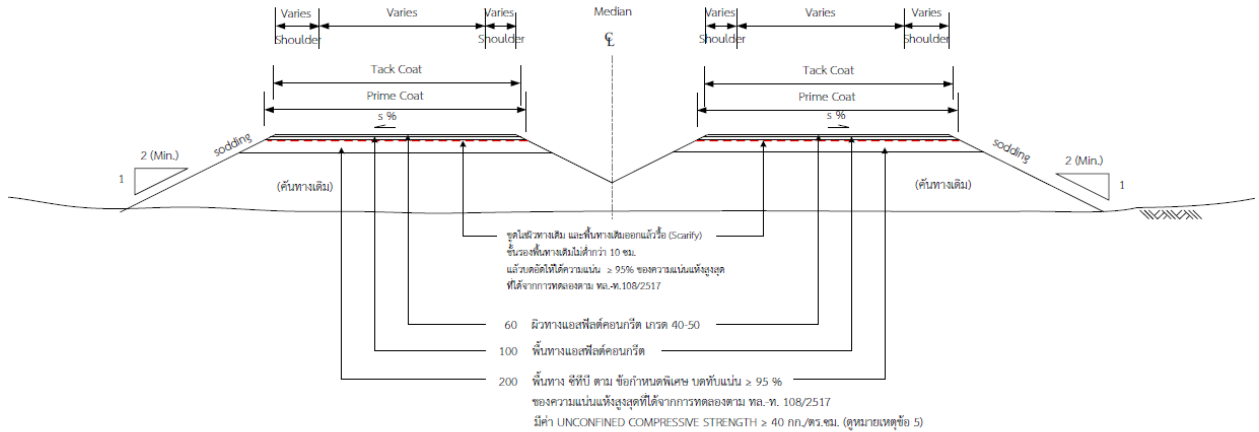
ภาพที่ 7.3 รูปภาพแสดงสภาพทางหลวงหมายเลข 344
กม. 24+400 - 24+800 ด้านซ้ายทาง

ภาพที่ 7.4 รูปภาพแสดงสภาพทางหลวงหมายเลข 344
กม. 24+400 - 24+800 ด้านขวาทาง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงรายการคำนวณการออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทาง

โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ)
รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองซาก กม.24+470 ถึง 25+000

Structural Thickness Pavement Design: Analytical Design												
ROUTE NO. 344												
SECTION โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง- บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองซาก												
STA. ตรวจวัด กม. 16+470												
TRAFFIC ANALYSIS												
Years	Average daily traffic by types											Percent of Heavy Vehicles
	Car		Light	Medium	Heavy	Light	Medium	Heavy	Full	Semi	Total	
	<= 7 P	> 7 P	Bus	Bus	Bus	Truck	Truck	Truck	Tractor	Tractor		
2559	8805	4129	191	203	261	11299	1769	1961	1706	1728	32052	23.80
2560											33655	
2561											35337	
2562											37104	
Lane Factor = 0.45												
Design Period = 15 Years												
Traffic Annual Growth Rate = 5.0 %												
Accumulated Number of Heavy Vehicles in Design Lane = 31,297,273 Vehicles												
Truck Factor = 3.0												
Accumulated Equivalent Single Axles in Design Lane = 93,891,818 Passes												
Pavement Structure												
Materials									Thickness	Modulus	Poisson's	
									(mm)	(Mpa)	Ratio	
Asphalt Concrete									160	2500	0.35	
Cement-treated Base									200	1200	0.35	
Soil Aggregate Subbase									200	150	0.35	
Selected Material "A"									200	100	0.35	
Subgrade										30	0.35	
Critical Strain Calculation Results												
Max Tensile Strain under Asphalt Layer											92	µe
Max Tensile Strain under Cement-treated Layer											135	µe
Max Compressive Strain on Subgrade											220	µe
Allowable Number of Repetitions												
Asphalt Concrete Layer with RF=0.75									344,036,590	Passes	OK	
Cement-treated Layer with RF=0.75									125,858,625	Passes	OK	
Subgrade with RF=0.75									196,400,968	Passes	OK	



หมายเหตุ

1. Prime Coat ให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 402/2557
2. Tack Coat ให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 403/2531
3. ก่อนทำการก่อสร้าง หากพบว่าบนคันทางเดิมมีความเสียหายมากหรือมีจุดอ่อนตัว ให้ทำการขุดหรือซ่อมเป็นจุด ๆ โดยขุดวัสดุที่อ่อนตัวออกให้หมดแล้วแทนที่ด้วยวัสดุแต่ละชั้น บดทับแน่นตามแบบโครงสร้างเดิม
4. หลังจากก่อสร้างชั้นพื้นทางซีทีบี แล้วไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้เจาะเก็บตัวอย่าง (Coring) อย่างน้อย 1 ก้อนตัวอย่างทุกพื้นที่ 2,000 ตารางเมตร เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของวัสดุ
5. พื้นทางซีทีบีให้ใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 และไม่เกินร้อยละ 6 โดยมวลของหินคลุก

ไม่ตรงตามมาตรฐาน
หน่วย : มิลลิเมตร

ออกแบบแนะนำ		วันที่ _____
		วันที่ _____
ตรวจ		วันที่ _____

ภาพที่ 8 รูปตัดแนะนำโครงสร้างชั้นทางโครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองซาก กม.24+470 ถึง 25+000

สรุป

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ ได้ดำเนินการออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทาง โครงการพัฒนาทางหลวงเพื่อสนับสนุนเขตเศรษฐกิจพิเศษ กิจกรรมก่อสร้างทางหลวงรองรับเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองซาก ในช่วงก่อสร้าง กม.24+470 ถึง 25+000 ได้ออกแบบแนะนำโครงสร้างชั้นทางซีทีบีและสำนักฯ ได้จัดทำข้อกำหนดพิเศษพื้นทางซีทีบี (Cement Treated Base) โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองซาก

บรรณานุกรม

- [1] Rananand N., Ruenkrairergsa T. and Yossombat S. (1983). "Performance of lateric soil-cement roads in Thailand." Proceeding, 4th REAAA Conference.
- [2] Ruenkrairergsa, T., 1976. Materials of construction and material improvement for low cost roads in Thailand, Proceedings of the regional seminar on low cost roads, Bandung, Indonesia.

- [3] Ruenkrairegsa, T., and Sanguandeeekul S., 1977. Cement stabilization of some selected weathered rock, Proceedings of the Southeast Asian conference on soil engineering, Bangkok, Thailand.
- [4] Horpibulsuk, S., Sirilerdwattna, W., Rachan, R., and Katkan, W., 2007 “Analysis of Strength Development in Pavement Stabilization: A Field Investigation” Proceedings of the 16th Southeast Asian Geotechnical Conference, pp.579-583
- [5] Ingles, O.G. and Metcalf, J.B., 1972 “Soil Stabilization: Principles and Practice” Butterworths, Australia, 374p.
- [6] จุฑา สุนิตย์สกุล และอรรถสิทธิ์ สวัสดิ์พานิช, 2550 “วิธีการออกแบบส่วนผสมวัสดุงานทางที่ปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมสำหรับวัสดุที่ใช้ในงานทางด้วยซีเมนต์: New Mix Design Method of the Cement Stabilized Material” Highway Journal, Vol. 44(6), pp.23-29
- [7] Sunitsakul, J., Sawatparnich, A., Apimeteetamrong, S., and Faikatok, T., 2007 “Microcracks to Reduce Reflective Cracks in Soil Cement Road in Thailand.” Proceedings of the 16th Southeast Asian Geotechnical Conference, pp.499-503.
- [8] Scullion, T., Sebesta, S., Harris, J.P., and Syed, I., 2005. “Evaluating the Performance of Soil-Cement and Cement-Modified Soil for Pavements: A Laboratory Investigation” RD120, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, USA, 2005, 142p.
- [9] George, K. P. Cracking in Cement-Treated Bases and Means for Minimizing It. In *Highway Research Record 255*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1968, pp. 59-70.
- [10] ฉันทวิน สวัสดิ์ศานต์ และ ธีรุตี ก่อตั้งสัมพันธ์ “แนวทางการเลือกใช้อย่างแอสฟัลต์และการออกแบบส่วนผสมวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานในประเทศไทย” การสัมมนาเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และตรวจสอบ ประจำปีงบประมาณ 2553, pp.73-94.
- [11] กรมทางหลวง ทล.ก-401/2559 “Specification for Asphalt Cement”
- [12] AASHTO M 320 “Standard Specification for Performance Graded Asphalt Binder”
- [13] Portland Concrete Association “Soil-Cement Technology for Pavements: Different Products for Different Application” IS 327, 4p.

ภาคผนวก

ข้อกำหนดพิเศษ พื้นทางซีทีบี (Cement Treated Base) โครงการก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 344 ตอน อ.บ้านบึง-บรรจบทางหลวงหมายเลข 331 (แยกหนองปรือ) รวมสะพานลอยข้ามแยกหนองซาก ระหว่าง กม.12+700 – 25+000

งานนี้ประกอบด้วย การก่อสร้างพื้นทางซีทีบี ที่ใช้หินคลุกปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์และน้ำ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นไปบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการปูเกลี่ยแต่งแล้วบดทับให้ถูกต้องตามแนวระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

1. วัสดุ

1.1 **หินคลุก** ต้องเป็นวัสดุหินโม่มวลรวม (Crushed Rock Soil Aggregate Type) ที่มีเนื้อแข็งเหนียวสะอาด ไม้ผุ และปราศจากวัสดุอื่นเจือปนจากแหล่งที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงแล้ว วัสดุจำพวก Shale ห้ามนำมาใช้

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของหินคลุกไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำพื้นทางซีทีบีจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.1.1 มีค่าความสึกหรอเมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 202 “วิธีการทดลองหาค่าความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion” ไม่เกินร้อยละ 40

1.1.2 มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ของมวลรวมหยาบเมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 213 “วิธีการทดลองหาความคงทน (Soundness) ของมวลรวม” โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบแล้วไม่เกินร้อยละ 9

1.1.3 ส่วนละเอียด (Fine Aggregate) ต้องเป็นวัสดุชนิด และคุณสมบัติเช่นเดียวกับกับส่วนหยาบ (Coarse Aggregate) การใช้วัสดุส่วนละเอียดชนิดอื่นใดเจือปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน

1.1.4 มีขนาดคละที่ดี และเมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ทล.-ท. 205 “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” ต้องมีขนาดใดขนาดหนึ่งตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดคละของวัสดุหินคลุกที่ใช้ผสมกับปูนซีเมนต์

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยมวล	
	B	C
50.0 (2 นิ้ว)	100	-
25.0 (1 นิ้ว)	75-95	100
9.50 (3/8 นิ้ว)	40-75	50-85
4.75 (เบอร์ 4)	30-60	35-65
2.00 (เบอร์ 10)	20-45	25-50
0.425 (เบอร์ 40)	15-30	15-30
0.075(เบอร์ 200)	5-20	5-15

1.1.5 ส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ต้องไม่มากกว่าสองในสาม (2/3) ของส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.425 มิลลิเมตร (เบอร์ 40)

1.1.6 มีค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ทล.-ท. 102 “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 25

1.1.7 มีค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 103 “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (PL) และ Plasticity Index (PI) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 6

1.1.8 มีค่า CBR เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 109 “วิธีการทดลองเพื่อหาค่า CBR” ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ความแน่นแห้งของการบดอัดร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

1.2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15 “ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์” มอก. 849 “ปูนซีเมนต์ปอซโซลาน หรือ มอก.2594 “ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก”

ปูนซีเมนต์ที่ใช้อาจบรรจุอยู่ในไซโลหรือเป็นแบบบรรจุถุงก็ได้ ถ้าเป็นแบบบรรจุถุงผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโรงเก็บปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้ปูนซีเมนต์ชื้น

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ทดลองงานตามสัญญาต้องเป็นตรา และประเภทเดียวกันวันแต่จะได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานเป็นอย่างอื่น

ห้ามนำปูนซีเมนต์ที่จับตัวเป็นก้อนปนอยู่มาใช้งานวันแต่จะได้มีการออกแบบส่วนผสมใหม่และได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว

1.3 น้ำ

น้ำที่จะนำมาใช้ผสมหรือบ่มชั้นพื้นทางซีทีบี จะต้องสะอาดปราศจากสารต่างๆ เช่น เกลือ น้ำมัน กรด ด่างและอินทรีย์วัตถุ หรือสารอื่นใด ที่จะเป็นอันตรายแก่ชั้นพื้นทางซีทีบี ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งานห้ามใช้น้ำทะเลในการผสมหรือบ่มชั้นพื้นทางซีทีบี

2. เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักร และเครื่องมือต่างๆที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุ และการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

ถ้าเครื่องจักร และเครื่องมือชิ้นใดทำงานได้ไม่เต็มที่ หรือทำงานไม่ได้ผลตามวัตถุประสงค์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไขหรือจัดหาเครื่องจักร และเครื่องมืออื่นใดมาใช้แทนหรือเพิ่มเติม ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน

ทั้งนี้โรงงานผสมฯ และเครื่องจักรในการบดทับ ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 203 “มาตรฐานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ (Cement Modified Crushed Rock Base)

3. ข้อกำหนดของส่วนผสมพื้นทางซีทีบี

3.1 อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์และน้ำ ที่ใช้ผสมกับหินคลุกนั้น นายช่างผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ที่หน้างาน และอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองหาค่ากำลังรับแรงอัดแท่งตัวอย่างพื้นทางซีทีบี ทั้งในห้องทดลอง และจากการทำพื้นทางทดลองในสนาม

3.2 ในการออกแบบหาปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะผสมกับหินคลุกและน้ำ ให้ถือเอาค่ากำลังรับแรงอัดแท่งตัวอย่างพื้นทางซีทีบี ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.105 “วิธีการทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลม ซึ่งแท่งตัวอย่างทดสอบจะถูกบดอัดในแบบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ภายหลังจากบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน 7 วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง จะต้องมีย่านไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

3.3 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแท่งตัวอย่างพื้นทางซีทีบี เพื่อการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดลองในข้อ 3.2 ให้ใช้ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการทดลองการบดอัดหินคลุกผสมปูนซีเมนต์ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ปริมาณน้ำปริมาณนี้ใช้เป็นแนวทางในการควบคุมการบดทับในสนามขณะทำการก่อสร้างพื้นทางซีทีบี

3.4 วัสดุต่างๆ ของส่วนผสมพื้นทางซีทีบีได้แก่ หินคลุก ปูนซีเมนต์และน้ำ ให้จัดอัตราส่วนเป็นน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 และไม่เกินร้อยละ 6 โดยมวลของหินคลุกหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

3.5 พื้นทางซีทีบีที่ได้จากการทำพื้นทางทดลองในสนามจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องตามข้อกำหนดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) การผสมทดลองทั้งในห้องทดลอง และทำพื้นทางทดลองในสนามจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนเริ่มงานก่อสร้างพื้นทางซีทีบีไม่น้อยกว่า 30 วัน

(2) ส่วนผสมพื้นทางซีทีบีจะต้องมีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(3) การทดสอบกำลังรับแรงอัดให้ดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.105 “วิธีการทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลมซึ่งแท่งตัวอย่างทดสอบจะถูกบดอัดในแบบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ภายหลังจากบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน 7 วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง

(4) จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบจากการผสมทดลองในห้องทดลองและจากการทำพื้นทางทดลองในสนามแต่ละอย่างจะต้องไม่น้อยกว่า 27 ตัวอย่าง

4. วิธีการก่อสร้าง

4.1 การทำพื้นทางทดลองในสนาม

การทำพื้นทางทดลองในสนาม ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 203 “มาตรฐานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ (Cement Modified Crushed Rock Base)

4.2 การก่อสร้าง

การก่อสร้าง ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 203 “มาตรฐานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ (Cement Modified Crushed Rock Base)

4.3 การควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้าง

การควบคุมคุณภาพการก่อสร้าง ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 203 “มาตรฐานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ (Cement Modified Crushed Rock Base)

4.3.1 การทดสอบความแน่นของการบดทับ งานพื้นทางซีทีบีจะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบของความแน่นแห้งสูงสุดที่ได้จากการทดลองตัวอย่างพื้นทางซีทีบีในห้องทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง

Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” และภายหลังการก่อสร้างไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้ทำการเจาะเก็บตัวอย่างอย่างน้อยทุก 2,000 ตารางเมตร เพื่อทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของวัสดุ

การทดสอบความแน่นของการบดทับในสนาม ควรดำเนินการทดสอบในวันที่ทำการบดทับเสร็จตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 603 “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย” ทุกระยะประมาณ 100 เมตร ต่อความกว้าง 1 ช่องจราจร หรือประมาณพื้นที่ 500 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่าง หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น ทล.-ท. 607 “วิธีการทดลองหาค่าความหนาแน่นและค่าความชื้นของดิน และวัสดุผสมรวมในสนามระดับต้นโดยใช้วิธีนิวเคลียร์” ทุกพื้นที่ 100 ตารางเมตร ต่อ 1 หลุมตัวอย่างหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น หรือวิธีการอื่นใดที่ได้ความเห็นชอบจากกรมทางหลวง

4.3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดให้เตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบโดยการเก็บตัวอย่างตัวแทน 3 ตัวอย่าง ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วงซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของหินคลุกปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์หนาไม่เกิน 200 มิลลิเมตร พื้นที่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร และให้ถือว่าตัวอย่างตัวแทน 3 ตัวอย่างนี้ เป็น 1 ชุดทดสอบ ภายหลังการบดอัดตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ให้ดันตัวอย่างพื้นทางซีทีบีออกจากแบบ และบ่มไว้ในถุงพลาสติกเพื่อป้องกันมิให้ตัวอย่างสูญเสียความชื้นเป็นระยะเวลานาน 7 วัน เมื่อครบ 7 วัน ให้นำตัวอย่างทดสอบแต่ละชุด (3 ตัวอย่าง) ออกจากถุงพลาสติกแช่น้ำไว้นาน 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างพื้นทางซีทีบีไปทดสอบกำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดลองที่ทล.-ท. 105 “วิธีการทดลองหา Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลม

ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของพื้นทางซีทีบีในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วงจะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งตัวอย่างที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบได้ไม่เกิน 1 ก้อน แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของค่าที่กำหนด

4.3.3 การทดสอบซ้ำ ในกรณีที่ค่าความแน่นของการบดทับตามข้อ 4.3.1 หรือค่ากำลังรับแรงอัด ตามข้อ 4.3.2 ต่ำกว่าที่กำหนด ผู้รับจ้างอาจขอให้เจาะเก็บตัวอย่างพื้นทางซีทีบีช่วงที่เป็นปัญหาเพื่อนำตัวอย่างทดสอบกำลังรับแรงอัดใหม่ โดยดำเนินการในลักษณะเดียวกับข้อ 4.3.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบที่เจาะจากสนามจำนวน 3 ก้อน ที่อายุไม่เกิน 28 วัน จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของกำลังรับแรงอัดที่กำหนดไว้ในแบบจึงจะถือว่าพื้นทางซีทีบีในช่วงนั้นใช้ได้ ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งตัวอย่างที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าร้อยละ 85 ของกำลังรับแรงอัดที่กำหนดได้ไม่เกิน 1 ก้อน แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของค่าที่กำหนด

ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ตามที่กำหนดนี้ถือว่าพื้นทางซีทีบีใช้ไม่ได้ผู้รับจ้างจะต้องรื้อเอาพื้นทางซีทีบีในช่วงนี้ออกทิ้งไป และให้ทำการก่อสร้างพื้นทางซีทีบีให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำ และค่าใช้จ่ายในการรื้อเอาพื้นทางซีทีบีที่ใช้ไม่ได้ตามข้อกำหนดนี้ออกทิ้งไปทั้งสิ้น

4.4 การบ่มและการเปิดการจราจร

การบ่มและการเปิดการจราจร ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 203 “มาตรฐานพื้นทางหินคลุกผสมซีเมนต์ (Cement Modified Crushed Rock Base)

4.5 การลาดแอสฟัลต์ Prime Coat

4.5.1 ให้ผู้รับจ้างทำการลาดแอสฟัลต์ Prime Coat ภายหลังจากที่ได้ทำการก่อสร้างพื้นทางซีทีบีเสร็จในเวลาอันสมควร

4.5.2 เนื่องจากพื้นทางซีทีบีเป็นพื้นทางที่มีผิวหน้าแน่นมากในการลาดแอสฟัลต์ชั้น Prime Coat ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 402 “การลาดแอสฟัลต์ Prime Coat” ในอัตราการลาด 0.6 – 1.0 ลิตรต่อตารางเมตร

4.5.3 ภายหลังจากที่ แอสฟัลต์ Prime Coat แห้ง ให้ทำการเปิดการจราจรให้รถของผู้รับจ้างที่ใช้ในการก่อสร้างใช้สัญจร เป็นระยะเวลาพอสมควร

4.5.4 หลังจากเปิดการจราจร หากพบรอยแตกให้เปิดการจราจรทิ้งไว้จนรอยแตกไม่เกิดขึ้นเพิ่มเติม แล้วทำการลาดแอสฟัลต์อีกรอบหนึ่ง แล้วทิ้งไว้ให้ แห้ง ก่อนทำการปูผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต

4.6 เครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างพื้นทางซีทีบี

ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างพื้นทางซีทีบีประจำไว้ที่หน้างาน โดยเครื่องมือดังกล่าวจะต้องมีสภาพที่สามารถจะใช้งานได้ตลอดเวลา และมีความสามารถในการเจาะเก็บก้อนตัวอย่างได้ตลอดความลึกที่ทำการก่อสร้าง

* * * * *

